



19 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

12 **Offenlegungsschrift**
10 **DE 100 06 659 A 1**

51 Int. Cl.⁷:
F 04 B 49/06

21 Aktenzeichen: 100 06 659.3
22 Anmeldetag: 15. 2. 2000
43 Offenlegungstag: 23. 8. 2001

DE 100 06 659 A 1

71 Anmelder:
Brueninghaus Hydromatik GmbH, 89275 Elchingen,
DE

74 Vertreter:
Mitscherlich & Partner, Patent- und Rechtsanwälte,
80331 München

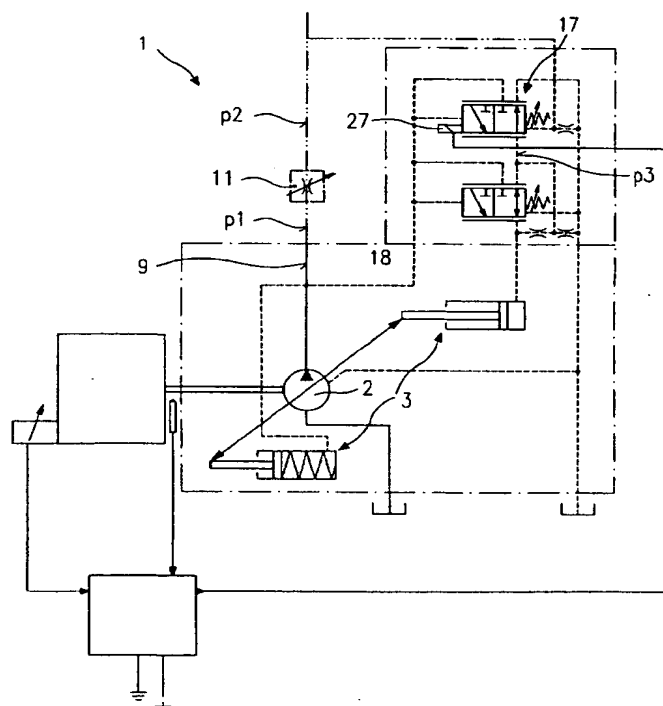
72 Erfinder:
Hartmann, Bruno, 89440 Lutzingen, DE; Belser,
Roland, 72401 Haigerloch, DE

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

54 Regeleinrichtung für eine Hydropumpe

57 Die Erfindung betrifft eine Regeleinrichtung (1) für eine Hydropumpe (2), die über eine Arbeitsleitung (9) einen Verbraucher mit Hydraulikfluid versorgt, wobei in der Arbeitsleitung (9) eine Förderstromdrossel (11) vorgesehen ist, mit einem Förderstromregelventil (17), das mit der Druckdifferenz ($p_1 - p_2$) zwischen dem Druck (p_1) in der Arbeitsleitung (9) stromaufwärts der Förderstromdrossel (11) und dem Druck (p_2) in der Arbeitsleitung (6) stromabwärts der Förderstromdrossel (11) beaufschlagt ist. Eine das Fördervolumen der Hydropumpe (2) einstellende Stellvorrichtung (3) wird so mit einem Stelldruck (p_3) beaufschlagt, daß das Fördervolumen der Hydropumpe verringert wird, wenn die Druckdifferenz ($p_1 - p_2$) an der Förderstromdrossel (11) zunimmt. Damit die Kennlinie der Fördervolumen-Regeleinrichtung (1) veränderbar ist, ist ein elektrisch ansteuerbares Stellglied (27) vorgesehen, das auf das Förderstromregelventil (17) eine zusätzlich zu der Druckdifferenz ($p_1 - p_2$) wirkende Kraft ausübt.



DE 100 06 659 A 1

Die Erfindung bezieht sich auf eine Regeleinrichtung nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

Eine Regeleinrichtung dieser Art ist als Förderstromregeleinrichtung z. B. aus der EP 0 856 107 B1 bekannt. Die bekannte Regeleinrichtung vergleicht den Förderdruck und den Lastdruck stromaufwärts und stromabwärts einer Förderstromdrossel, und sie regelt das Fördervolumen der Hydropumpe so ein, daß der Druckabfall an der Förderstromdrossel möglichst konstant ist, was einem im wesentlichen konstanten Förderstrom durch die Förderstromdrossel entspricht. Hierdurch wird das Fördervolumen der Hydropumpe auf die Bedarfsmenge des Verbrauchers abgestimmt. Dies ist dadurch gewährleistet, daß dann, wenn der Druckabfall an der Förderstromdrossel steigt, das Fördervolumen der Hydropumpe durch eine entsprechende Verstellung ihrer Stellvorrichtung verringert wird, und dann, wenn der Druckabfall an der Förderstromdrossel sich verringert, das Fördervolumen der Hydropumpe durch eine entsprechende Verstellung ihrer Stelleinrichtung vergrößert wird. Diese Funktion ist durch ein Förderstromregelventil gewährleistet, das zum einen von dem Druck in der Arbeitsleitung stromaufwärts der Förderstromdrossel beaufschlagt ist und zum anderen durch den Druck in der Arbeitsleitung stromabwärts der Förderstromdrossel und durch eine Ventulfeder beaufschlagt ist. Dabei wird die jeweilige Regelstellung des Förderstromregelventils durch ein Gleichgewicht der vorgenannten Beaufschlagungskräfte bestimmt.

Aus der EP 0 856 107 B1 ist es ferner bekannt, den Druck stromabwärts der Förderstromdrossel durch ein elektrisch ansteuerbares Druckbegrenzungsventil zu übersteuern. Auf diese Weise kann elektronisch auf die Förderstromregelung eingegriffen werden. Nachteilig an dieser Lösung ist jedoch die Verwendung eines kostenintensiven zusätzlichen Ventils und der Umstand, daß die auf das Förderstromregelventil einwirkende Druckdifferenz nur erhöht, nicht jedoch vermindert werden kann.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Regeleinrichtung der eingangs angegebenen Art so zu verbessern, daß die Kennlinie der Regeleinrichtung mit geringem Aufwand veränderbar ist.

Diese Aufgabe wird durch die Merkmale des Anspruchs 1 gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen beschrieben.

Bei der erfindungsgemäßen Regeleinrichtung ist ein elektrisch ansteuerbares Stellglied vorgesehen, das unmittelbar auf das Förderstromregelventil eine zusätzlich zu der Druckdifferenz wirkende Kraft ausübt. Hierdurch läßt sich das Fördervolumen verändern und an verschiedenen Erfordernisse anpassen, wobei die Größe der Fördervolumenänderung der Größe der Kraft entspricht, die das Stellglied auf das Förderstromregelventil ausübt. Die erfindungsgemäße Regeleinrichtung eignet sich somit für unterschiedliche Verwendungszwecke, bei denen eine Förderstromregelung bei einer wahlweise bestimmbarer Größe des Fördervolumens durchführbar ist.

Es ist z. B. möglich die Größe des Fördervolumens unterhalb einer maximal möglichen Größe zu variieren.

Die erfindungsgemäße Regeleinrichtung eignet sich insbesondere für eine Hydropumpe, die von einem Verbrennungsmotor angetrieben wird. Zur Vermeidung ungünstiger Drehzahlbereiche oder einer unzulässig großen Motordrückung, die sich z. B. durch eine Drehzahlmessung ermitteln läßt, kann das Förderstromregelventil mit dem Stellglied beaufschlagt werden und durch eine Änderung des Fördervolumens die Drehzahl beeinflusst werden. Hierdurch läßt sich der Betrieb des Verbrennungsmotors in einem ungünstigen

Drehzahlbereich oder ein Abwürgen vermeiden.

Nachfolgend werden die Erfindung und weitere durch sie erzielbare Vorteile anhand eines bevorzugten Ausführungsbeispiels und einer Zeichnung näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 ein erstes Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen Regeleinrichtung für eine Hydropumpe in schematischer Darstellung;

Fig. 2 ein Funktionsdiagramm der Regeleinrichtung und

Fig. 3 ein zweites Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen Regeleinrichtung.

Wie **Fig. 1** zeigt, dient die in ihrer Gesamtheit mit 1 bezeichnete Regeleinrichtung dazu, an der Hydropumpe 2 veränderlichen Fördervolumens unter Berücksichtigung noch zu beschreibender Betriebsparameter jeweils ein bestimmtes Fördervolumen einzustellen. Hierzu wird eine Stellvorrichtung 3 für die Hydropumpe 2 mit einem von der Regeleinrichtung 1 geregelten Stelldruck beaufschlagt.

Die Hydropumpe 2 ist durch eine Antriebswelle 4 mit einem Antriebsmotor 5 vorzugsweise veränderlicher Drehzahl verbunden, wobei es sich vorzugsweise um einen Verbrennungsmotor, insbesondere einen Dieselmotor, handelt. Die Hydropumpe 2 kann eine Axialkolbenpumpe, z. B. in Schrägscheibenbauweise, sein. Beim vorliegenden Ausführungsbeispiel ist die Hydropumpe 2 in einem offenen Kreislauf angeordnet und durch eine Saugleitung 7 mit einem Tank 8 verbunden. Von der Hydropumpe 2 erstreckt sich eine Arbeitsleitung 9 zu einem nicht dargestellten Verbraucher, bei dem es sich insbesondere um wenigstens einen Hydromotor für das Fahrwerk und/oder das Schwenkwerk z. B. eines Baggers, eines Laders oder eines Erdschiebers handeln kann. Der Verbraucher kann auch ein Arbeitskolben z. B. eine Baggerschaufel sein. In der Arbeitsleitung 9 ist eine vorzugsweise verstellbare Förderstromdrossel 11 angeordnet, an der sich im Funktionsbetrieb eine Druckdifferenz $p_1 - p_2$ einstellt, nämlich zwischen einem primären Arbeitsdruck p_1 stromaufwärts der Förderstromdrossel 11 und einem sekundären Arbeitsdruck p_2 stromabwärts der Förderstromdrossel 11.

Beim vorliegenden Ausführungsbeispiel ist die Stellvorrichtung 3 durch zwei Kolbenzylinder 12, 13 gebildet. Die Arbeitskammer 14 des einen Kolbenzylinders 12 ist durch eine Verbindungsleitung 15 mit der Arbeitsleitung 9 stromaufwärts der Förderstromdrossel 11 verbunden, so daß die mit einem andeutungsweise dargestellten Stellglied der Hydropumpe 2 verbundene Kolbenstange 12a des Kolbenzylinders 12 mit dem Arbeitsdruck der Hydropumpe 2 beaufschlagt wird. Die Druckkammer 16 des anderen Kolbenzylinders 13, dessen Kolbenstange 13a bezüglich des Kolbenzylinders 12 gegensinnig am Einstellglied der Pumpe 2 wirksam ist, wird vom Stelldruck beaufschlagt, der mit einem Förderstromregelventil 17 geregelt wird, das in einer Stelldruckleitung 18 angeordnet ist, die von der Arbeitsleitung 9 stromauf der Förderstromdrossel 11 abzweigt und sich bis zur Arbeitskammer 16 des Kolbenzylinders 13 erstreckt. In dem sich von der Arbeitsleitung 6 bis zum Förderstromregelventil 17 erstreckenden Stelldruckleitungsabschnitt 18a ist der Arbeitsdruck p_1 wirksam, während im sich stromab vom Förderstromregelventil 17 erstreckenden Stelldruckleitungsabschnitt 18b der vom Förderstromregelventil 17 geregelte Stelldruck p_3 wirksam ist. Das Förderstromregelventil 17 ist ein 3/2-Wegeventil. In seiner Sperrstellung ist der Stelldruckleitungsabschnitt 18b durch eine Entlastungsleitung 21 mit dem Tank 8 verbunden.

Das Förderstromregelventil 17 weist an beiden einander gegenüberliegenden Steuerseiten einen Steueranschluß auf, von denen der in **Fig. 1** linke Steueranschluß durch eine Steuerleitung 22 mit dem Stelldruckleitungsabschnitt 18a verbunden ist und der gegenüberliegende Steueranschluß

durch eine Steuerleitung 23 mit der Arbeitsleitung 9 stromabwärts der Förderstromdrossel 11 verbunden ist. Das Förderstromregelventil 17 weist außerdem eine Ventillfeder 24 auf, deren Federkraft vorzugsweise veränderlich ist, und die den Ventilkörper des Förderstromregelventils 17 in Fig. 1 nach links vorspannt. Die Steuerleitung 23 kann durch einen Entlastungsleitungsabschnitt 25 mit der Entlastungsleitung 21 verbunden sein. Des weiteren kann im Entlastungsleitungsabschnitt 25 eine Drossel 26 angeordnet sein.

Dem Förderstromregelventil 17 ist ferner ein elektrisch ansteuerbares Stellglied 27, z. B. ein elektromagnetisch wirksames Stellglied, zugeordnet, das auf das Förderstromregelventil 17 eine zusätzliche Kraft ausübt, die beim vorliegenden Ausführungsbeispiel der Kraft der Ventillfeder 24 entgegengerichtet ist. Das Stellglied 27 ist durch eine Steuerleitung 28 mit einer elektronischen Steuereinrichtung 29 verbunden, die ein Mikrocomputer sein kann. Dem Pumpenantrieb ist ferner ein Drehzahlmesser 21 zugeordnet, der durch eine Signalleitung 32 mit der Steuereinrichtung 29 verbunden ist und z. B. die Drehzahl des Antriebsmotors 5 messen kann, die auch die Drehzahl der Antriebswelle 4 und der Hydropumpe 2 ist. Eine weitere Signalleitung 33 erstreckt sich von einer Leistungseinstellvorrichtung 34 des Antriebsmotors 5, bei der es sich z. B. um das Gaspedal der Brennkraftmaschine handeln kann, zur Steuereinrichtung 29.

Zur Begrenzung des Druckes im hydraulischen System, insbesondere des Arbeitsdrucks p_1 , ist ein Druckbegrenzungsventil 35 vorgesehen. Das Druckbegrenzungsventil 35 weist einen Steuerventilanschluß auf, zu dem eine Steuerleitung 38 führt, die mit dem ersten Stelldruckleitungsabschnitt 18a verbunden ist und im Funktionsbetrieb eine auf das Druckbegrenzungsventil 35 wirksame Stellkraft erzeugt, die gegen die vorzugsweise veränderliche Kraft einer Ventillfeder 39 wirkt. Stromaufwärts und stromabwärts des Druckbegrenzungsventils 35 ist der zweite Stelldruckleitungsabschnitt 18b durch Entlastungsleitungsabschnitte 41, 42, z. B. mittelbar über die Entlastungsleitung 21, mit dem Tank 8 verbunden. Zwecks Vermeidung von Schwingungen im Funktionsbetrieb ist es vorteilhaft, in den Entlastungsleitungsabschnitten 41, 42 jeweils eine Drossel 43, 44 anzuordnen.

Die Stellvorrichtung 3 ist durch eine Rückstellfeder 45 in eine Anlaufstellung vorgespannt, bei der es sich bei einer nicht über den 0-Punkt hinaus verstellbare Stelleinrichtung 3 um eine Endstellung handelt. Vorzugsweise ist eine Rückstellfeder 45 so angeordnet, daß sie die Stellvorrichtung 3 bei Stillstand auf die maximale Fördervolumeneinstellung verstellt.

Im Funktionsbetrieb stellt die Regeleinrichtung 1 ein im wesentlichen konstantes Fördervolumen pro Zeit an der Förderstromdrossel 11 ein. Wenn die Bedarfsmenge des Verbrauchers zunimmt bzw. die Last des Verbrauchers zunimmt, wird das Gleichgewicht am Ventilkörper des Förderstromregelventils 17 verändert, nämlich die Wirksamkeit des sekundären Arbeitsdrucks p_2 verringert, wobei der Ventilkörper selbsttätig in eine neue Gleichgewichtsstellung bewegt wird. Dabei werden der Stelldruck p_3 erhöht und die Fördervolumeneinstellung der Hydropumpe 2 vermindert, bis das Gleichgewicht des Ventilkörpers wieder hergestellt ist. Eine entsprechende umgekehrte Regelung findet statt, wenn die Bedarfsmenge des Verbrauchers abnimmt bzw. die Last abnimmt.

Wenn die Last des Verbrauchers so groß wird, daß der Verbrennungsmotor in einen ungünstigen, zu niedrigen Drehzahlbereich gedrückt wird, was die elektronische Steuereinrichtung 29 durch einen Vergleich der ihr übermittelten Drehzahlsignale mit einem gespeicherten Minimalwert fest-

stellt, aktiviert die Steuereinrichtung 29 das Stellglied 27, das den Ventilkörper mit einer der Kraft der Ventillfeder 24 entgegengerichteten Kraft beaufschlagt, wobei sich ein neues Gleichgewicht am Ventilkörper einstellt, bei dem der Stelldruck p_3 vergrößert ist. Dies führt zu einer Verringerung der Fördervolumeneinstellung und des Fördervolumens, wodurch der Antrieb entlastet wird und die Brennkraftmaschine 5 sich selbsttätig auf eine höhere Drehzahl einstellt. Dies läßt sich auch aus Fig. 2 erkennen, in der die Fördervolumenverminderung von V_1 auf V_2 vermindert ist. Fig. 2 zeigt das Fördervolumen V der Hydropumpe 2 als Funktion des Drucks p in der Arbeitsleitung 9. Diese Verminderung kann kontinuierlich oder in wenigstens einer Stufe erfolgen.

Fig. 3 zeigt ein zweites Ausführungsbeispiel der Regeleinrichtung 1. Im Unterschied zu Fig. 1 ist hier am Förderstromregelventil 17 ein zweites Stellglied 50 vorhanden, das entgegengesetzt zum ersten Stellglied 27 wirkt. Das zweite Stellglied 50 ist über eine Steuerleitung 51 mit der elektronischen Steuereinrichtung 29 verbunden. Während durch Betätigen des ersten Stellglieds 27 der Stelldruck in der Stelldruckkammer 16 erhöht wird, wird durch Betätigen des zweiten Stellglieds 50 der Stelldruck in der Stelldruckkammer 16 vermindert. Die von den Stellgliedern 27, 50 ausgeübte Zusatzkraft kann sich daher wie eine Erhöhung der Druckdifferenz $p_1 - p_2$ oder wie eine Verminderung der Druckdifferenz $p_1 - p_2$ auswirken. Es ist auch möglich mit nur einem Stellglied 27 sowohl eine Druck- als auch eine Zugkraft auf den Ventilkolben des Förderstromregelventils 17 auszuüben.

Patentansprüche

1. Regeleinrichtung (1) für eine Hydropumpe (2), die über eine Arbeitsleitung (9) einen Verbraucher mit Hydraulikfluid versorgt, wobei in der Arbeitsleitung (6) eine Förderstromdrossel (11) vorgesehen ist, mit einem Förderstromregelventil (17), das mit der Druckdifferenz ($p_1 - p_2$) zwischen dem Druck (p_1) in der Arbeitsleitung (9) stromaufwärts der Förderstromdrossel (11) und dem Druck (p_2) in der Arbeitsleitung (9) stromabwärts der Förderstromdrossel (11) beaufschlagt ist und eine das Fördervolumen der Hydropumpe (2) einstellende Stellvorrichtung (3) so mit einem Stelldruck (p_3) beaufschlagt, daß das Fördervolumen der Hydropumpe (2) verringert wird, wenn die Druckdifferenz ($p_1 - p_2$) an der Förderstromdrossel (11) zunimmt, **gekennzeichnet durch** zumindest ein elektrisch ansteuerbares erstes Stellglied (27) das unmittelbar auf das Förderstromregelventil (17) eine zusätzlich zu der Druckdifferenz ($p_1 - p_2$) wirkende Kraft ausübt.
2. Regeleinrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Stellglied (27) einen Elektromagnetantrieb aufweist, der elektrisch ansteuerbar ist.
3. Regeleinrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Wirkrichtung der zusätzlichen Kraft der Wirkrichtung der Kraft einer Ventillfeder (24) entgegengesetzt ist.
4. Regeleinrichtung nach einen der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Hydropumpe von einem Verbrennungsmotor (5) angetrieben wird.
5. Regeleinrichtung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß an dem Verbrennungsmotor (5) ein Drehzahlmesser (21) vorgesehen ist, der Drehzahlsignale an eine elektronische Steuereinrichtung (29) übermittelt, die die Drehzahlsignale mit einem gespeicherten Minimalwert vergleicht und bei Unterschrei-

tung einer Differenz zwischen dem gemessenen Istwert und dem gespeicherten Minimalwert das Stellglied (27) aktiviert.

6. Regeleinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet,

daß das erste Stellglied (27) auf das Förderstromregelventil (17) eine Kraft in einer ersten Richtung ausübt und

daß ein elektrisch ansteuerbares zweites Stellglied (50) vorgesehen ist, das auf das Förderstromregelventil (17) eine Kraft in einer zur ersten Richtung entgegengesetzten zweiten Richtung ausübt.

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

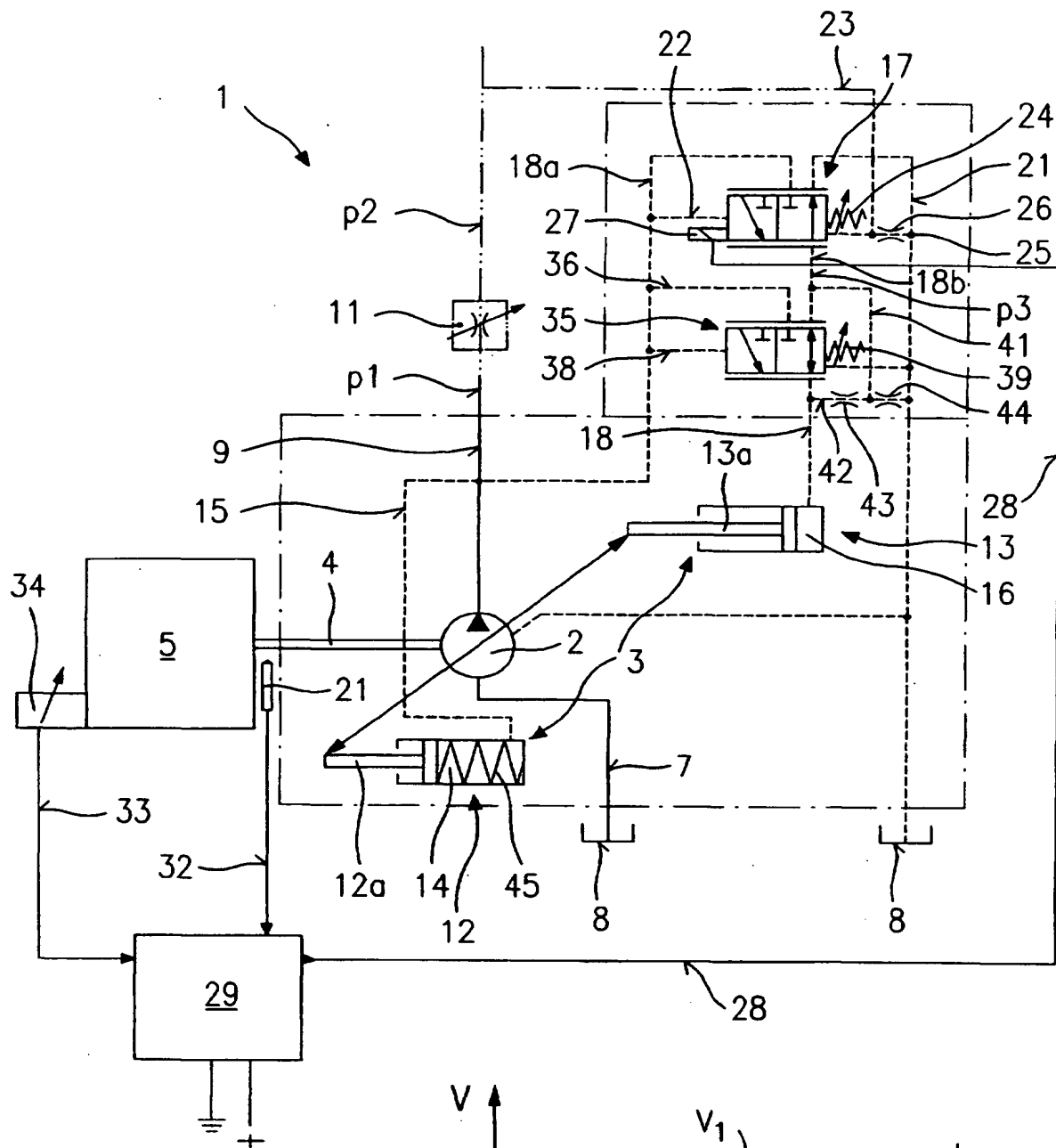


Fig. 1

Fig. 2

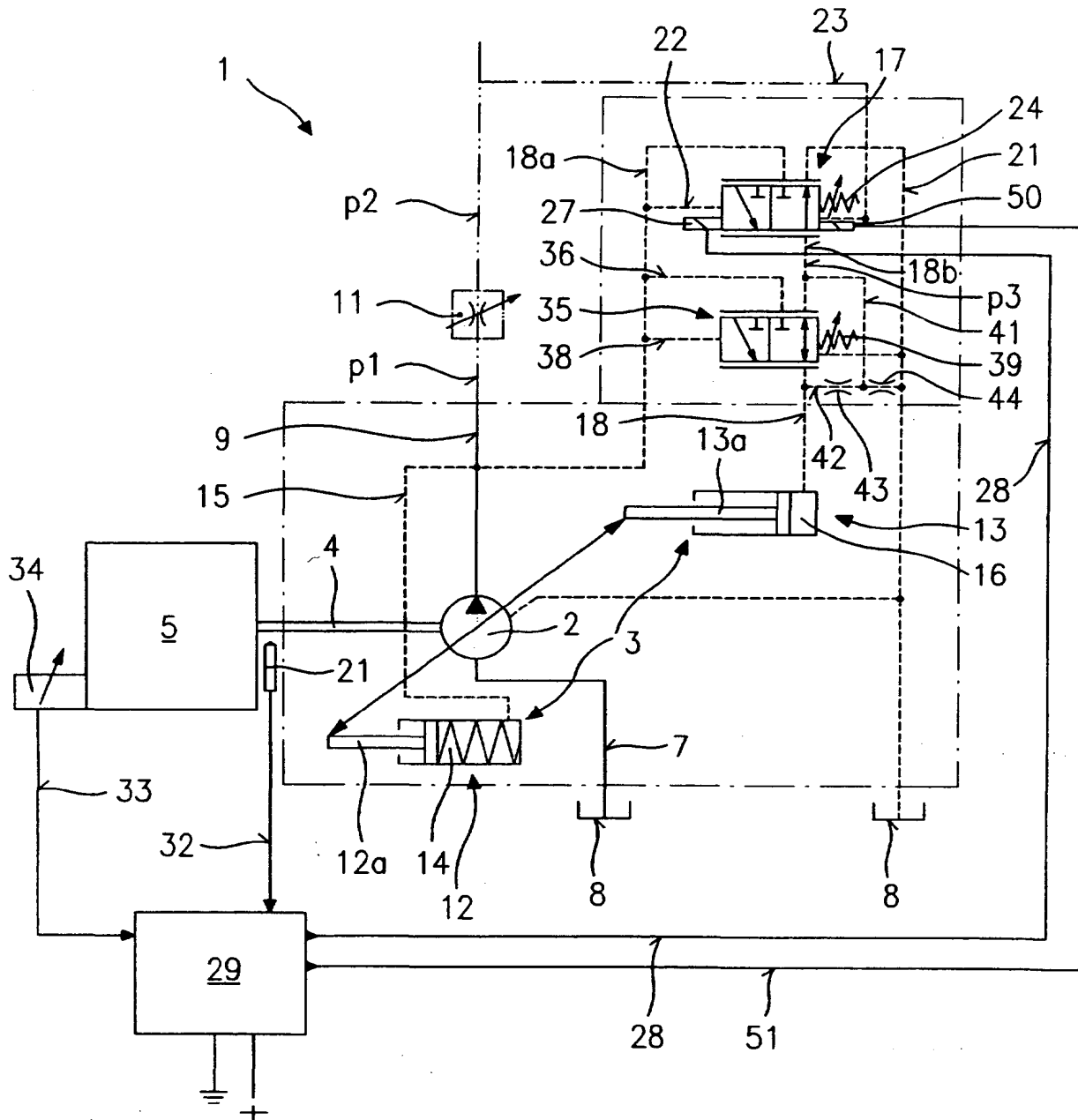


Fig. 3